

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

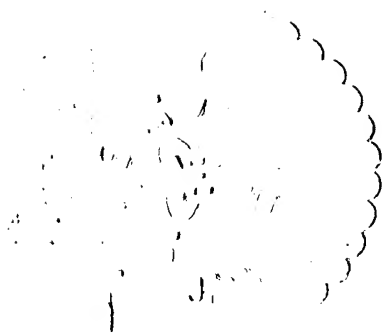
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 3 年 6 月 1 3 日

出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 3 - 1 6 9 7 0 5
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 1 6 9 7 0 5]

出 願 人
Applicant(s): 株式会社東芝

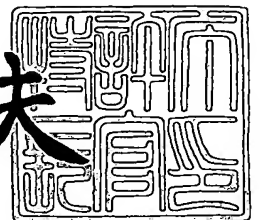


31

2 0 0 3 年 9 月 1 7 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 26B0360021

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01F 1/58

【発明の名称】 容量式電磁流量計

【請求項の数】 11

【発明者】

【住所又は居所】 東京都府中市東芝町1番地 株式会社東芝 府中事業所
内

【氏名】 中谷 博司

【発明者】

【住所又は居所】 東京都府中市東芝町1番地 株式会社東芝 府中事業所
内

【氏名】 木村 達也

【発明者】

【住所又は居所】 東京都府中市東芝町1番地 株式会社東芝 府中事業所
内

【氏名】 鮫田 芳富

【発明者】

【住所又は居所】 東京都府中市東芝町1番地 株式会社東芝 府中事業所
内

【氏名】 飯島 拓也

【発明者】

【住所又は居所】 東京都府中市東芝町1番地 株式会社東芝 府中事業所
内

【氏名】 樋口 隆司

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号 株式会社東芝 本社事務所内

【氏名】 太尾 誠

【発明者】

【住所又は居所】 東京都府中市東芝町 1 番地 株式会社東芝 府中事業所内

【氏名】 野尻 裕明

【発明者】

【住所又は居所】 東京都府中市東芝町 1 番地 株式会社東芝 府中事業所内

【氏名】 西川 清則

【発明者】

【住所又は居所】 東京都府中市東芝町 1 番地 株式会社東芝 府中事業所内

【氏名】 岡本 俊彦

【特許出願人】

【識別番号】 000003078

【氏名又は名称】 株式会社 東芝

【代理人】

【識別番号】 100083161

【弁理士】

【氏名又は名称】 外川 英明

【電話番号】 (03)3457-2512

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2002-346918

【出願日】 平成14年11月29日

【先の出願に基づく優先権主張】**【出願番号】** 特願2002-278426**【出願日】** 平成14年 9月25日**【手数料の表示】****【予納台帳番号】** 010261**【納付金額】** 21,000円**【提出物件の目録】****【物件名】** 明細書 1**【物件名】** 図面 1**【物件名】** 要約書 1**【包括委任状番号】** 0016857**【プルーフの要否】** 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 容量式電磁流量計

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 被測定流体が流れる絶縁性物質で作られた測定管と、
前記測定管の管軸方向と直交する方向の磁束を与える前記測定管の周囲に対向配置された磁極に巻かれた励磁コイルと、
前記磁束の方向と前記測定管の管軸方向との夫々に直交する方向で前記測定管の外壁周囲に対向配置された1対の面電極と、
前記面電極と所定の間隔を保持して、前記面電極をその外周から覆う様に配置されたガード電極と、
前記励磁コイルに商用周波数以上の周波数の励磁電流を供給する励磁回路と、
前記被測定流体と前記1対の面電極との夫々の間と、この面電極と夫々のガード電極との間の静電容量を介して検出される検出信号を増幅する前置増幅部と、
前記面電極及びガード電極を前記前置増幅部に接続するケーブルと、
前記前置増幅部の出力信号から前記被測定流体の流速を出力する信号処理部と、
前記励磁コイルの外周を覆う様に前記測定管と同心的に配置された励磁磁場の帰磁路を形成する円柱ヨークと、
前記励磁コイルを覆い、前記円柱ヨークと電氣的に接続固定された非磁性体のコイル固定板と、
前記円柱ヨークの外周部にこの円柱ヨークと同心的に配置された金属パイプ及び前記円柱ヨークを、前記測定管の両端部に設けられた前記一对の面電極の中心を結ぶ軸と測定管の管軸に対して対称に配置固定し、且つ電氣的に接続したアースリングとを
備え、
前記励磁回路は、励磁磁束波形が平坦部を有する様に励磁電流の波形制御するフィルタ手段を備え、
前記面電極と前記ガード電極との間に形成される静電容量の値を、被測定流体と前記面電極との間の静電容量の値より小さい値とした
ことを特徴とする容量式電磁流量計。

【請求項 2】 前記面電極及びガード電極は、非磁性体製の高導電率の材質とし、前記測定管の外周曲面に沿って切れ込みを持つ形状であることを特徴とする請求項 1 記載の容量式電磁流量計。

【請求項 3】 前記面電極とガード電極から前記前置増幅部までの信号ケーブルは非磁性体製の金属材質で構成した芯線の外周にシールドとガードシールドを設けた 2 重シールド線であり、前記励磁磁場の方向と同一の平面で円柱ヨークの外周に沿って絶縁物を介して一定の間隔で固定して這わせ、前記円柱ヨークの頂上部で交差させて前記前置増幅部に接続されたことを特徴とする請求項 1 記載の容量式電磁流量計。

【請求項 4】 前記測定管と前記円柱ヨークとの間及び前記測定管と前記面電極とガード電極との間に夫々エポキシ樹脂を充填して固定するようにしたことを特徴とする請求項 1 記載の容量式電磁流量計。

【請求項 5】 前記前置増幅部を検出部と信号処理部との間の首部に挿入し、前記測定管と金属パイプ及びアースリングで囲まれる検出部内と前記首部までの検出部内の全てをエポキシ樹脂で充填して固定するようにしたことを特徴とする請求項 1 記載の容量式電磁流量計。

【請求項 6】 被測定流体が流れる絶縁性物質で作られた測定管と、前記測定管の管軸方向と直交する方向の磁束を与える前記測定管の周囲に対向配置された励磁手段と、前記磁束の方向と前記測定管の管軸方向との夫々に直交する方向で前記測定管の外壁周囲に対向配置された 1 対の面電極と、前記面電極と所定の間隔を保持して、前記面電極をその外周から覆う様に配置されたガード電極と、前記励磁コイルに商用周波数以上の周波数の励磁電流を供給する励磁回路と、前記被測定流体と前記 1 対の面電極との夫々の間と、この面電極と夫々のガード電極との間の静電容量を介して検出される検出信号を増幅する前置増幅部と、前記面電極及びガード電極を前記前置増幅部に接続するケーブルと、前記前置増幅部の出力信号から前記被測定流体の流速を出力する信号処理部と、前記励磁コイルの外周において、前記測定管と同心的に配置された励磁磁場の帰

磁路を形成する円柱ヨークと、
前記励磁コイルを固定し、前記円柱ヨークと電氣的に接続固定された非磁性体の
コイル固定板と、
前記円柱ヨークの外周部にこの円柱ヨークと同心的に配置された金属パイプ及び
前記円柱ヨークを、前記測定管の両端部に設けられた前記一对の面電極の中心を
結ぶ軸と測定管の管軸に対して対称に配置固定し、且つ電氣的に接続したアース
リングとを

備え、

前記コイル固定板及び前記円柱ヨークは、前記測定管の管軸中心と直行する磁束
の中心軸平面がこの円柱ヨークの外周と交差する線状において、前記管軸方向の
両端部を対称に切り欠き、前記検出信号に含まれる雑音成分が所定の値以下にな
るような切り欠き形状としたことを特徴とする容量式電磁流量計。

【請求項 7】 前記切り欠き形状は 1 対の面電極の中心を結ぶ軸方向寸法を最小
とし、前記測定管の管軸方向寸法を調整するようにしたことを特徴とする請求項
6 に記載の容量式電磁流量計。

【請求項 8】 前記面電極と前記ガード電極の表面には軟質ゴムを塗布し、前記
測定管と前記円柱ヨークとの間、前記測定管と前記面電極及びガード電極との間
にエポキシ樹脂を充填して固定するようにしたことを特徴とする請求項 6 記載の
容量式電磁流量計。

【請求項 9】 前記軟質ゴムは、シリコン樹脂を塗布するようにしたことを特徴
とする請求項 8 に記載の容量式電磁流量計。

【請求項 10】 前記前置増幅部を検出部と信号処理部との間の首部に挿入し、
前記測定管と金属パイプ及びアースリングで囲まれる検出部内と前記首部までの
検出部内の全てをエポキシ樹脂で充填して固定するようにしたことを特徴とする
請求項 6 記載の容量式電磁流量計。

【請求項 11】 前記励磁回路は、200 Hz 以上の周波数で、且つ方形波成形
された励磁電流を励磁コイルに供給するようにしたことを特徴とする請求項 6 に
記載の容量式電磁流量計。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、測定管内を流れる非測定流体の流量を測定する電磁流量計に係わり、特に容量式電磁流量計に関する。

【0002】

【従来の技術】

電磁流量計には、電極が被測定流体と直接接触し、被測定流体に発生する起電力を直接検出する接液電極形電磁流量計と、電極が被測定流体と直接接触せず、被測定流体に発生する起電力を被測定流体と電極間の静電容量を介して検出する非接液電極形の電磁流量計（以下容量式電磁流量計と呼ぶ）の2種類が存在する。

【0003】

更に、電磁流量計は、ノイズの影響を除去して安定した流量信号を得る必要があるが、このノイズの原因も各種存在し、従って対応する除去手段も異なることから多種の電磁流量計が存在する（例えば、特許文献1参照）。

【0004】

この特許文献1に開示された容量式電磁流量計については、その後に改良された種々のノイズ対策が知られている（例えば、特許文献2）。以下、この構成と作用を図19乃至図21で説明する。

【0005】

まず、図19でその構成を説明する。この図に示す様に、この容量式電磁流量計は、検出部10と、検出部10で検出された検出信号eから流量を求める信号処理部11とで構成されている。

【0006】

検出部10では、絶縁性物質で作られた測定管1を流れる被測定流体2の外壁に対向して配置された磁極7に巻かれた励磁コイル3A、3Bに励磁回路8から励磁電流 i_F を流すことにより、被測定流体2に対して図示していない帰還磁路を形成して磁束を印加する。

【0007】

そして、この磁束の方向と直交する方向で測定管 1 の外壁に対向配置された一対の面電極 4 A、4 B とガード電極 5 A、5 B と、測定管 1 と前記夫々の面電極 4 A、4 B との間、及び面電極 4 A、4 B とこの面電極 4 A、4 B を覆う様に配置されたガード電極 5 A、5 B との間の静電容量を介して前記被測定流体 2 の流速に比例した起電圧を増幅器 6 A、6 B で増幅し、更に、増幅器 6 A、6 B から夫々の信号の差 e_{AB} を差動増幅器 6 C で増幅し、検出信号 e を検出する。

【0008】

次に、この検出信号 e は信号変換部 11 に送られ、検出信号 e の立ち上がり部分（微分ノイズと言う。）を除いた位置をサンプリングして、流量測定を行うものである。

【0009】

この方式は、面電極 4 A、4 B と被測定流体 2 間のインピーダンスが非常に高いため、検出部 10 の内部では各種のノイズ対策が設定される。

【0010】

その 1 つに、面電極 4 A、4 B 間に誘導されるノイズ対策がある。この対策は、ガード電極 5 A、5 B を面電極 4 A、4 B と同電位に保持して、増幅器 6 A、6 B でインピーダンス変換した後、差動増幅器 6 C で増幅し、面電極 4 A、4 B 間に同相で誘導されるノイズを除去している。

【0011】

また、ガード電極 5 A、5 B と励磁コイル 3 A、3 B 間の磁束磁路には、後述するダンピング箔 7 A、7 B を設定配置している。

【0012】

更に、この様な検出部 10 の接地は、測定管 1 の図示しない外周の接液している金属パイプケースのアース E と回路の共通電位アース C とを接続し、接地 G に接続している。

【0013】

この様に構成された容量式電磁流量計の検出信号 e には、前述した微分ノイズと称するノイズが重畳する。

【0014】

このノイズは、励磁磁束との電磁結合による誘導によって両面電極 4 A、4 B 間と増幅器 6 A、6 B の間に形成される検出ループに誘導されるもので、励磁磁束が変動した時に両接地 G 点と夫々の面電極 4 A、4 B との間の電位変動の差が雑音として検出信号 e の立ち上がり部分に重畳する。

【0 0 1 5】

この詳細を図 2 0 で説明する。図 2 0 (a) に示す矩形波の励磁電流 i_F を励磁コイル 3 A、3 B に流すと、励磁磁束 ϕ は図 2 0 (b) に示す励磁磁束経路の内部生じる渦電流 i_E によって、図 2 0 (c) に示す様に励磁磁路内の反磁界作用の応答時定数で立ちり部分がやや鈍った特性の波形となる。

【0 0 1 6】

この励磁磁束 ϕ の変化により、図 2 0 (d) における N_d 部に示す様に、前述した検出信号 e の立ち上がり部分に微分状の雑音、即ち微分ノイズが重畳する。

【0 0 1 7】

その為、検出器 1 0 内の構造は、励磁磁路に発生する渦電流 i_E を最小に押さえる様に設定配置することが必要である。

【0 0 1 8】

また、安定した流量信号成分を検出するため、図 2 0 (e) に示す様に、微分ノイズの値が小さくなるサンプリング信号 s_P のタイミングでサンプリングし、流量を求めている。

【0 0 1 9】

前述した微分ノイズの他に、流体ノイズと称する低周波ノイズが検出信号 e に重畳する。この流体ノイズの発生メカニズムは、被測定流体 2 が運ぶイオンの揺らぎによって被測定流体 2 中に低周波の電位変動が生じるものと推定されているが、この流体ノイズは、被測定流体 2 の流速が早くなると大きくなる。

【0 0 2 0】

この流体ノイズと流速に比例する起電圧を分離するために、励磁電流の周波数を商用周波数以上に高くし、且つ、短時間で磁束波形が整定する様に、励磁回路が設定される。

【0 0 2 1】

しかしながら、励磁コイル 3 A、3 B のインダクタンスが 5 0 k H z 近辺の高周波領域で共振点を持つ特性のために、励磁電流 i_F を高周波で制御しているにもかかわらず、図 2 1 に示す様に、励磁電流 i_F が振動する現象が発生する。

【 0 0 2 2 】

そのため、振動の共振点を消滅させるダンピング箔 7 A、7 B と称する導電性の薄い板を、励磁コイル 3 A、3 B とガード電極 5 A、5 B の間に設定配置している。

【 0 0 2 3 】

【特許文献 1】

特開平 8 - 3 0 4 1 3 2 号公報

【 0 0 2 4 】

【特許文献 2】

特開 2 0 0 1 - 1 1 6 5 9 8 号公報

【 0 0 2 5 】

【発明が解決しようとする課題】

前述した様に、従来の容量式電磁流量計は、流体ノイズの影響を避けるため励磁電流の励磁周波数を商用周波数以上に高くし、励磁周波数を高くしたことによって生じる励磁電流の振動を押さえる為に、磁束磁路にダンピング箔を設けている。

【 0 0 2 6 】

しかしながら、このダンピング箔が、磁束磁路に置かれるため渦電流の発生が避けられないこと、また、励磁コイルとの静電結合によってダンピング箔上の電位の変動がノイズとして検出されてしまう問題が起きる。そのため、更にガード電極とダンピング箔の間に絶縁層を設ける等の対策も必要となるなど雑音対策のために構造が複雑となる欠点があった。

【 0 0 2 7 】

また、前述したように面電極からの出力インピーダンスは非常に高いため増幅器の入力インピーダンスは数 $G \Omega$ 程度の高い値が必要となるため、この部分わずかな絶縁特性の変化によって測定誤差が発生するため、絶縁低下を防ぐ目的で面

電極、ガード電極の周囲の測定管内部には、エポキシ樹脂を充填することが行われていた。

【0028】

しかし、エポキシ樹脂を充填して固定する方法の場合、その加熱された樹脂が収縮する時に、面電極、ガード電極との間に応力が発生し、亀裂が生じ、絶縁低下が起こる恐れがあった。さらに、面電極やガード電極の形状が大きいため測定管内を流れる流体によって検出部全体が機械的に振動すると、両面電極の出力インピーダンスに差が生じるため誘導ノイズが発生する。また、信号ケーブルの振動によって摩擦ノイズを発生させてしまう。

【0029】

本発明は、上記従来の容量式電磁流量計の問題点を解決するためになされたもので、磁束磁路に反磁場作用の生じる障害物を極力少なくして、微分ノイズ（電磁誘導ノイズ）や静電誘導ノイズ、摩擦ノイズの影響の少ない、且つ、流体ノイズの影響を受けにくい耐振性、耐湿性にすぐれた安定した容量式電磁流量計を提供することを目的とする。

【0030】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、請求項1では、被測定流体が流れる絶縁性物質で作られた測定管と、前記測定管の管軸方向と直交する方向の磁束を与える前記測定管の周囲に対向配置された磁極に巻かれた励磁コイルと、前記磁束の方向と前記測定管の管軸方向との夫々に直交する方向で前記測定管の外壁周囲に対向配置された1対の面電極と、前記面電極と所定の間隔を保持して、前記面電極をその外周から覆う様に配置されたガード電極と、前記励磁コイルに商用周波数以上の周波数の励磁電流を供給する励磁回路と、前記被測定流体と前記1対の面電極との夫々の間と、この面電極と夫々のガード電極との間の静電容量を介して検出される検出信号を増幅する前置増幅部と、前記面電極及びガード電極を前記前置増幅部に接続するケーブルと、前記前置増幅部の出力信号から前記被測定流体の流速を出力する信号処理部と、前記励磁コイルの外周を覆う様に前記測定管と同心的に配置された励磁磁場の帰磁路を形成する円柱ヨークと、前記励磁コイルを覆

い、前記円柱ヨークと電氣的に接続固定された非磁性体のコイル固定板と、前記円柱ヨークの外周部にこの円柱ヨークと同心的に配置された金属パイプ及び前記円柱ヨークを、前記測定管の両端部に設けられた前記一对の面電極の中心を結ぶ軸と測定管の管軸に対して対称に配置固定し、且つ電氣的に接続したアースリングとを備え、前記励磁回路は、励磁磁束波形が平坦部を有する様に励磁電流の波形制御するフィルタ手段を備え前記面電極と前記ガード電極との間に形成される静電容量の値を、被測定流体と前記面電極との間の静電容量の値より小さい値としたことを特徴とする。

【 0 0 3 1 】

従って、本発明によれば、励磁電流の周波数を高く、所定の整定時間で制御したので、ダンピング箔を不要とし磁路の渦電流を押さえて励磁磁束波形が平坦部を持つ様にする事が出来るので、微分ノイズ、静電ノイズ、流体ノイズの影響を受けない高精度で安定した流量測定ができる。

【 0 0 3 2 】

また、励磁コイルからの静電誘導ノイズをコイル固定板で遮蔽し、面電極とガード電極の間の静電容量値を小さくし、検出信号に重畳する誘導ノイズの増幅ゲインを低くしたので、誘導ノイズに強い容量式電磁流量計とすることが出来る。

【 0 0 3 3 】

請求項 2 では、前記面電極及びガード電極は、非磁性体製の高導電率の材質とし、前記測定管の外周曲面に沿って切れ込みを持つ形状であることを特長とする。

【 0 0 3 4 】

従って、本発明によれば、渦電流の発生を防止できるので、磁束磁路を乱す恐れが少ない。また所定の機械的強度を有するので熱変形にも強い容量式電磁流量計と出来る。

【 0 0 3 5 】

請求項 3 では、前記面電極とガード電極から前記前置増幅部までの信号ケーブルは非磁性体製の金属材質で構成した芯線の外周にシールドとガードシールドを

設けた2重シールド線であり、前記励磁磁場の方向と同一の平面で円柱ヨークの外周に沿って絶縁物を介して一定の間隔で固定して這わせ、前記円柱ヨークの頂上部で交差させて前記前置増幅部に接続されたことを特長とする。

【0036】

従って、本発明によれば、検出ループと交差する面積が小さくなり、電磁誘導ノイズを小さくすることが出来る。又、検出電極と前置増幅部との間は、非磁性のケーブルとし固定されたので、流体の振動によるケーブルの振動ノイズ、電磁誘導によるノイズの発生のない容量式電磁流量計と出来る。

【0037】

請求項4では、前記測定管と前記円柱ヨークとの間及び前記測定管と前記面電極とガード電極との間に夫々エポキシ樹脂を充填して固定するようにしたことを特長とする。

【0038】

従って、本発明によれば、流体の振動によるノイズ発生、励磁コイルの振動によるノイズ発生がない容量式電磁流量計と出来る。

【0039】

請求項5では、前記前置増幅部を検出部と信号処理部との間の首部に挿入し、前記測定管と金属パイプ及びアースリングで囲まれる検出部内と前記首部までの検出部内の全てをエポキシ樹脂で充填して固定するようにしたことを特徴とする。

【0040】

従って、本発明によれば前記信号ケーブル長を最短とし、前記差動増幅部を首部内にコンパクトに収納し、且つ前記面電極及びガード電極から前記前置増幅部までの高インピーダンス部全てを固定したので振動による雑音の発生を最小に押さえるとともに、耐湿性に優れた容量式電磁流量計とすることができる。

【0041】

請求項6では、被測定流体が流れる絶縁性物質で作られた測定管と、前記測定管の管軸方向と直交する方向の磁束を与える前記測定管の周囲に対向配置された励磁手段と、前記磁束の方向と前記測定管の管軸方向との夫々に直交する方向で

前記測定管の外壁周囲に対向配置された1対の面電極と、前記面電極と所定の間隔を保持して、前記面電極をその外周から覆う様に配置されたガード電極と、前記励磁コイルに商用周波数以上の周波数の励磁電流を供給する励磁回路と、前記被測定流体と前記1対の面電極との夫々の間と、この面電極と夫々のガード電極との間の静電容量を介して検出される検出信号を増幅する前置増幅部と、前記面電極及びガード電極を前記前置増幅部に接続するケーブルと、前記前置増幅部の出力信号から前記被測定流体の流速を出力する信号処理部と、前記励磁コイルの外周において、前記測定管と同心的に配置された励磁磁場の帰磁路を形成する円柱ヨークと、前記励磁コイルを固定し、前記円柱ヨークと電氣的に接続固定された非磁性体のコイル固定板と、前記円柱ヨークの外周部にこの円柱ヨークと同心的に配置された金属パイプ及び前記円柱ヨークを、前記測定管の両端部に設けられた前記1対の面電極の中心を結ぶ軸と測定管の管軸に対して対称に配置固定し、且つ電氣的に接続したアースリングとを備え、前記コイル固定板及び前記円柱ヨークは、前記測定管の管軸中心と直行する磁束の中心軸平面がこの円柱ヨークの外周と交差する線状において、前記管軸方向の両端部を対称に切り欠き、前記検出信号に含まれる雑音成分が所定の値以下になるような切り欠き形状としたことを特徴とする。

【0042】

従って、本発明によれば、コイル固定板と円柱ヨークを所定の形状で切り欠き、渦電流の発生を抑制し、励磁磁束の立ち上がりを早くして励磁周波数を速くしたので、流体ノイズの影響の少ない容量式電磁流量計とすることができる。

【0043】

さらに、請求項8では、前記面電極と前記ガード電極の表面には軟質ゴムを塗布し、前記測定管と前記円柱ヨークとの間、前記測定管と前記面電極及びガード電極との間にエポキシ樹脂を充填して固定するようにしたことを特徴とする。

【0044】

従って、本発明によれば、面電極、ガード電極とエポキシ樹脂の間にシリコン樹脂または軟質ゴムを塗布したのでエポキシ樹脂が熱収縮する際に生じる応力を軟質ゴムが吸収するので、面電極、ガード電極とエポキシ樹脂の間に亀裂が生じ

ない構造とすることができる。

【0045】

【発明の実施の形態】

(第1の実施の形態)

以下、本発明の第1の実施の形態について図1乃至図10を参照して説明する。まず、図1乃至図3において、本発明の実施の形態の構成を説明する。本発明の第1の実施の形態の容量式電磁流量計は、流体の流速を検出する検出部10、検出部10の検出信号から流量信号を求める信号処理部11及び検出部10内の励磁コイルに励磁電流を供給する励磁回路8とで構成される。

【0046】

図2は、検出部10の側部断面図で、図3は、検出部10の断面図である。励磁回路8及び信号処理部11は、図2及び図3に示す様に検出部10の上部のボックス内に前置増幅部6を含めて収納される一体型の構成となっている。

【0047】

尚、これらは別置きされる分離型とすることも出来る。

【0048】

これらの図において、1は、測定管で、セラミックス等の絶縁物で作られている。測定管1の外周部には、磁極7に巻かれた励磁コイル3Aと3Bとが対向して配置されるとともに、直列に接続されている。

【0049】

そして、励磁コイル3A、3Bの外周に位置されて測定管1と同心的に配置された円柱ヨーク71とによって、測定管1の管軸方向と直交する方向の磁束が与えられる様に設定配置される。

【0050】

4A、4Bは銅板等の高導電率を有する非磁性体製の面電極で、測定管1の外周に対向して配置され、その中心を結ぶ軸は、励磁磁束の磁場方向と被測定流体2の流れる管軸の双方に直交する様に配置されている。また、ガード電極5A、5Bは、夫々面電極4A、4Bを完全に覆う様に、且つ、面電極4A、4Bと夫々のガード電極5A、5B間の距離を一定とし、後述する所定の静電容量値以下

となる様に固定して設定配置されている。

【0051】

コイル固定板 9 A、9 B は、銅板などの高導電率を有する非磁性体製の金属板で構成され、励磁コイル 3 A 3 B を完全に覆い、円柱ヨーク 7 1 と電氣的に接続し、固定されている。

【0052】

尚 1 A 1、1 A 2 は測定間の両端に設けられたフランジを形成するアースリングで、前記金属パイプ 1 B 及び円柱ヨーク 7 1 の両端を固定している。

【0053】

更に、回路の共通アース C と接続されるアースリング 1 A 1、1 A に設けられるアース端子 E は、安定電位である接地 G 点を選択して接続される。

【0054】

10 A、10 B は信号ケーブルで、芯線、この芯線の外周に設けたシールド及びガードシールドを絶縁物で被覆して構成された 2 重シールド線として構成されており、この信号ケーブル 10 A、10 B の芯線を面電極 4 A、4 B と、またシールドをガード電極 5 A、5 B と、ガードシールドを回路の共通アース C に夫々接続し、円柱ヨーク 7 1 の外周に沿って、図示しない絶縁物のスペーサを置いて所定の距離を保持して固定し、金属パイプ 1 B に設けた導通孔を通して前置増幅部 6 の増幅器 6 A、6 B に接続している。

【0055】

更に詳述すれば、前記励磁磁場の方向と同一の平面で、前記円柱ヨーク 7 1 の外周に沿って絶縁物を介して一定の間隔で固定して這わせ、円柱ヨーク 7 1 の頂上部で交差させて前記前置増幅部 6 に接続されている。

【0056】

前記信号ケーブル 10 A、10 B を構成する芯線、シールド及びガードシールドはいずれも銅等の高導電率の非磁性体製である。

【0057】

また、面電極 4 A、4 B、ガード電極 5 A、5 B は、夫々増幅器 6 A、6 B の非反転入力、反転入力、及びその出力に夫々接続され、夫々の増幅器 6 A、6 B

の出力は差動増幅器 6 C で差動増幅され、検出信号 e として信号処理部 11 のアナログデジタル変換回路（以後 ADC 回路と言う。）11 A に接続される。

【0058】

この ADC 回路 11 A で検出信号 e をデジタル信号に変換した後、その出力を流量測定処理回路 11 B に送り、ここで流量信号に変換処理する。

【0059】

励磁回路 8 は、矩形波発振器 8 A で 300 Hz の矩形波信号を発振し、この信号を特性補正フィルタ 8 B に供給し、この特性補正フィルタ 8 B で後述する励磁磁束波形に平坦部を持つ様にゲイン周波数特性を補正処理した後、この特性補正フィルタ 8 B の出力を、電流制御アンプ 8 C を介して、前述の励磁コイル 3 A、3 B に励磁電流 i_F として供給する。

【0060】

次に、この様に設定された本発明の容量式電磁流量計の各部の更に詳細な設定とその作用について説明する。

【0061】

まず、図 4、図 5 は、本発明による容量式電磁流量計の測定原理を説明する図である。図 4 は検出原理を説明する図で、測定管 1 の壁面の面電極 4 A、4 B を結ぶ中心軸を x 軸とし、これと直交する励磁磁束 ϕ の軸方向を y 軸とし、流体の移動する管軸方向を z 軸としたとき、面電極 4 A、4 B 間に流速に比例した起電力が発生することを表すモデル図である。

【0062】

高精度で安定した容量式電磁流量計とするには、前述した各種のノイズ対策が必要になる。まず、これらのノイズ対策には、従来例で説明した電磁誘導による微分ノイズ、流体内に発生する流体ノイズ、及び、起電圧を検出する検出回路に誘導される検出部 10 内での電磁的結合、静電的結合によって生じる誘導ノイズ対策等が必要である。

【0063】

図 4 において、微分ノイズ、流体ノイズの影響を避けるために、詳細を後述する理想的な平坦部を持つ高周波の励磁磁束 ϕ を印加し、この励磁磁束 ϕ と交差し

、励磁磁束 ϕ の波形を乱す磁束磁路の渦電流発生要素成分を極力少なくし、面電極 4 A、4 B とガード電極 5 A、5 B とで構成される検出電極（以後検出電極と言う。）と前置増幅部 6 で形成される検出ループに誘導されるノイズを極力小さくして、流量信号成分のみを正確に分離抽出する様に各部を設定する。

【0064】

従って、面電極 4 A、4 B と前置増幅部 6 で形成される検出ループは、図 5 に示す様に斜線に示す面積 S を小さく、且つ、励磁磁束 ϕ と平行な平面に形成する様にし、この検出ループと交差する磁束を出来るだけ小さく押さえることにより、電磁結合で誘導されるノイズを除去する様に信号ケーブル 10 A、10 B を設定する。

【0065】

また、図 2、図 3 に示した様に検出部 10 は、面電極 4 A、4 B の各々が設置 G に対して同電位となる様に、静電的にも、電磁的にも電氣的に対称な構造とし、差動増幅器 6 C によって同相で誘導されるノイズを除去する。

【0066】

更に、流体の起電圧がミリボルトレベルであるのに対して、励磁コイル 3 A、3 B の部分は数十ボルトの高電位レベルにあるので、励磁コイル 3 A、3 B は、銅等の非磁性体製で構成したコイル固定板 9 A、9 B で隙間なく覆い、円柱ヨーク 7 1 とともにアースリング 1 A 1、1 A 2 を介して接地 G に接続して、励磁回路からの信号が、面電極 4 A、4 B とガード電極 5 A、5 B への静電誘導により誘導されるノイズを遮蔽しておく。

【0067】

このように両面電極 4 A、4 B とガード電極 5 A、5 B に誘導される雑音信号が同位相でかつ同じレベルの最小になるように対称構造とし、且つアースリング 1 A 1、1 A 2 を安定した接地 G に接続しておく。

【0068】

また、励磁磁束 ϕ の磁路内にある金属製部材も、磁極 7、及び、帰還磁路を形成する円柱ヨーク 7 1 を除いて、渦電流の発生を押さえるため、銅等の高導電率の非磁性体製とし、渦電流による磁束成分を極力発生させない様に設定する。

【0069】

さらに、これらの設定条件が振動や湿気で変化しない様に検出部を構成する各要素部品、部材を固定しておく。

【0070】

以上の考え方を基本として各部が設定される。

【0071】

次に、この考え方に基づく各部の詳細な設定についてまず、励磁電流 i_F の詳細な設定と作用について図6乃至図8で説明する。

【0072】

始めにこの励磁電流 i_F の周波数は、流体ノイズと区別する上で有利な、流体ノイズが小さくなる高い周波数に設定する。この理由を図8で説明する。

【0073】

図8は、前述した流体ノイズの測定結果の一例を図示したもので、横軸は周波数、縦軸はノイズ電力 dBm で、流速が 2.5 m/sec の時と、 0.5 m/sec の時の特性を示す。この図に示す様に、一般的に流体ノイズは、被測定流体2の流速が早くなると大きくなる。

【0074】

しかしながら、被測定流体2の流速にかかわらず周波数が 10 Hz 程度から減衰し、 200 Hz 当たりでノイズ電力が -70 dBm レベルに収束する傾向を示す。このことから、励磁周波数は、流体ノイズに影響されない、被測定流体2の流速で発生する起電圧との S/N が高くなる商用周波数以上の周波数 200 Hz 以上に、例えば、この値を 300 Hz として矩形波発振器8Aで発振周波数を設定しておく。

【0075】

次に、励磁電流 i_F による励磁磁束 ϕ の波形の補正の詳細設定について図6及び図7で説明する。この目的は、前述した様に励磁磁束 ϕ の立ち上がりを早くして、検出信号 e に含まれる微分ノイズの立ち上がりと、整定時間を早くすることである。

【0076】

図6 (a) に示す様に、一般に励磁電流 i_F は、励磁の基本周波数 (f_0) の近傍から減衰する1次遅れ回路のゲイン周波数特性を持っている。従って、励磁電流 i_F によって作られる励磁磁束 ϕ もこれに追従した波形となる。

【0077】

そこで、図6 (b) に示す、励磁の基本周波数 (f_0) の高調波成分を含めた励磁回路のゲイン周波数特性が平坦になる高域通過特性を持つ特性補正フィルタ8Bを介して、励磁波形 ϕ の立ち上がり部を急峻に立ち上げる微分特性を持つ励磁電流 i_F の波形とし、この励磁電流 i_F を電流制御アンプ8Cを介して供給する。

【0078】

この特性補正フィルタ8Bは、図6 (b) に示す特性の高域フィルタ回路とし、例えば、励磁の基本周波数 (f_0) の3倍の周波数をもつ第3高調波 (f_3) 周波数帯域まで平坦なゲイン周波数特性を持つ励磁電流 i_F の波形とする。

【0079】

更に高次の例えば第5高調波 (f_5) 成分までの補正が必要な場合は、特性補正フィルタ8Bを高次の周波数領域まで平坦となるゲイン周波数特性に設定する。

【0080】

図7は、この補正フィルタ8Bを使用した時の、励磁電流とその励磁磁束波形の作用効果を説明するものである。同図 (a)、(b)、(c) は特性補正フィルタ8Bのない従来の場合で、(d)、(e)、(f) は特性補正フィルタ8Bを使用した場合を示している。

【0081】

この図において、(a)、(d) は励磁磁束 ϕ 、図 (b)、(e) は検出信号 e 、図 (c)、(f) は検出信号 e のサンプリング信号 s_p を示す。そして図7 (b)、(e) の実線は、被測定流体2が静止している場合を、破線は、被測定流体2が流れた場合の検出信号 e の波形を示している。

【0082】

この図に見られる様に、励磁磁束 ϕ は、図7 (a) に示す様に立ち上がりが鈍

っていたものが、特性補正フィルタ 8 B によって励磁電流波形を整形したことにより、同図 (d) の様に立ち上がりが早くなる。

【0083】

その結果、同図 (b) に示す様な検出信号 e に含まれていた微分ノイズは、同図 (e) の様に短時間で収束する様に改善される。従って、サンプリング信号 s_p のタイミングでは、微分ノイズの影響を受けない流速成分のみを抽出できるので安定した高精度な流量測定が可能となる。

【0084】

この特性補正フィルタ 8 B の特性は、励磁磁束 ϕ の出力波形、または、検出信号 e の波形を観測して、励磁回路 8 の最適な応答特性を選択することが出来る。

【0085】

次に、図 9 を用いて面電極 4 A、4 B とガード電極 5 A、5 B の間の静電容量の設定の詳細について、一方の面電極 4 A と増幅器 6 A の検出回路のモデル図で説明する。

【0086】

C 1 は、面電極 4 A と被測定流体 2 間、即ち測定管 1 の材質で形成される静電容量で、その一方は面電極 4 A とガード電極 5 A 間の静電容量 C 2 に接続され、他方は、被測定流体 2 の流体抵抗 R_s を介して接地電位 G に接続されている。

【0087】

更に、静電容量 C 1 と C 2 の接続点は、増幅器 6 A の入力に接続され、その出力は静電容量 C 2 のもう一方の端子に接続されている。

【0088】

増幅器 6 A の入力インピーダンスが十分高いとすると、ガード電極 5 A に重畳されたノイズ v_N と増幅器 6 A の出力 v_A は、

$$v_A = (1 + j\omega C_1 R_s) \cdot C_2 / C_1 \cdot v_N$$

となる。

【0089】

従って、面電極 4 A と被測定流体 2 間の静電容量 C 1 に対して、面電極 4 A とガード電極 5 A 間の静電容量 C 2 の方が大きいと、ガード電極 5 A に重畳するノ

イズは増幅されることになる。

【0090】

このことから、例えば、測定管 1 がセラミックスの場合、誘電率がセラミックスより小さいプラスチック等を面電極 4 A とガード電極 5 A の間に挿入し、更に、面電極と 4 A ガード電極 5 A の間の間隔を測定管 1 の厚さよりも厚く設定する。

【0091】

ここでセラミックスの誘電率を 9、プラスチックの誘電率を 3 とすれば、面電極 4 A とガード電極 5 A との間隔を測定管 1 と同等としても、ガード電極 5 A への誘導ノイズや増幅器 6 A の内部発生ノイズを 3 分の 1 に低減できる。

【0092】

以上説明した電氣的なノイズ発生要因以外に、検出部 10 全体の熱や振動によってもノイズが発生する。この対策の事例を再び前述の図 2、図 3 の構造図で説明する。

【0093】

面電極 4 A、4 B とガード電極 5 A、5 B は、測定管 1 の流体の温度が急変したりした場合、取り付けのための接着剤や、支持材の熱膨張率の相異で伸縮力を受けるので、0.2 mm 以上の厚さの非磁性体で高導電率を有する銅板等で形成して、プラスチック等で前述した所定の間隔を保持してエポキシ樹脂等を充填して固定し、熱歪みによる変形に耐えられる構造に設定しておく。

【0094】

また、この面電極 4 A、4 B は、図 10 に示す様に切り欠きを入れて、渦電流の発生を防止する形状とし、前述した y 軸方向の磁束成分の発生を極力押さえる様にする。

【0095】

又、前述した信号ケーブル 10 A、10 B も円柱ヨーク 7 の周囲にエポキシ樹脂等の絶縁物を介して一定の間隔を保持して接着剤で固定する。芯線、シールド、ガードシールドのいずれも銅等の高導電率の非磁性体製を使用しているので励磁磁界 ϕ が周期的に変動しても振動せず、夫々の間の介在するの絶縁物との摩擦

により発生する恐れのある摩擦ノイズを防止することが出来る。

【0096】

(第2の実施の形態)

第2の実施の形態が第1の実施の形態と異なる点は、第1の実施の形態で説明した検出部10構造をさらに高信頼の構造とするため、面電極4A、4Bから差動増幅部6までの高インピーダンス部全体をコンパクトに、且つ高い絶縁性を有する絶縁材料を充填して固定し、検出部10全体の耐振性と絶縁性を向上させたことにある。

【0097】

したがって差動増幅部6両入力の入力インピーダンスの変化によって誘導される電磁誘導ノイズ及び信号ケーブル10A、10Bの導体と絶縁物との摩擦による摩擦ノイズの発生を防止できる構造とする。

【0098】

以下、本発明の第2の実施の形態の容量式電磁流量計について、第1の実施の形態の各部と同一の部分は同一符号で示し、その説明を省略する。以下図11、図12、図13及び図1を参照して本発明による第2の実施の形態を説明する。図11は検出部10の側断面図、図12は検出部の断面図である。また、図13は面電極4A、ガード電極5Aの構造を説明する図である。

【0099】

まず各部の名称、機能は第1の実施の形態と同様であるので、説明を適宜省略し相違点を説明する。検出部10と信号処理部11を結合する首部21には検出電極からの信号を増幅する前置増幅部6が、後段の信号処理部11のADC回路11A及び流量測定回路11Bとは分離されて実装される。

【0100】

信号処理部11は、第1の実施の形態で説明したように検出部10上部のボックス内または分離して別筐体に置かれても良い。

【0101】

次に図13を参照して検出電極の構造を説明する。図13(a)は一方の面電極4Aとガード電極5A断面図で、図13(b)は面電極4A、4Bを結ぶ電極

軸 x の外側方向から見た側面図である。セラミックス等の測定管 1 の外壁には高導電率の金属板、例えば銅板等で作られる面電極 4 A が焼結される。

【0102】

さらに、この面電極 4 A を覆う様に、被測定流体 2 が移動する z 軸方向に電極寸法より伸びた形状のガード電極 5 A を配置する。（ y 軸方向は励磁磁束の印加方向を示す。）

このガード電極 5 A は面電極 4 A 同様に高導電率の金属板で整形され、図 13 (a) の $x-y$ 断面方向から見ると八の字形状で管軸方向には空洞となっている。また、同図 B (b) に示す様に面電極 4 A を覆い、且つ面電極 4 A とは所定の間隔を確保するようにしておく。即ち、第 1 の実施の形態で説明したように検出電極間の静電容量が面電極 4 A と被測定流体 2 との間の静電容量よりも小さくなる様にしておく。

【0103】

このガード電極 5 A の形状は他方のガード電極 5 B と測定管の周囲を 2 分し全てを覆うような大きな形状とする必要はなく、所定の起電力が抽出できる程度の形状であれば良い。通常、図 13 (a) (b) に示す様に測定管 1 の円周方向は 60 度程度、被測定流体 2 の流れる管軸方向 z の寸法は測定管 1 の長さの 60 % 程度あれば十分である。このガード電極 5 A、5 B はガラス製の接着テープで測定管 1 に固定しておく。

【0104】

また、面電極 4 A の形状は渦電流の発生が小さくなる様にスリットをいれた形状としておくことは第 1 の実施の形態と同様である。

【0105】

そして、信号ケーブル 10 A、10 B の芯線の一方は面電極 4 A、4 B と、シールドはガード電極 5 A、5 B と夫々接続され、他方は前置増幅部 6 に接続されている。ガードシールドはこの前置増幅部 6 の図 1 に示す共通電位 C に接続され接地される。

【0106】

次に、検出部 10 及び前置増幅部 6 にエポキシ樹脂を充填する方法について説

明する。図 11、図 12 の様に組み立てられた状態の検出部 10 の円柱ヨーク 71 には、測定管 1 の管軸と 1 対の電極の中心を結ぶ軸が交わる測定管 1 の管壁の近傍に空けられ、信号線 10A、10B を送通する孔 71a、71b 以外に、励磁コイル 3A、3B に励磁回路 8 から励磁電流を供給する励磁信号線を送通する孔 71c と、エポキシ樹脂を封入及びその時の空気抜き孔 71d とが別々にまたは共用して孔 71a、71b 以外の場所に励磁磁束を乱さない様に空けられている。

【0107】

そして、所定の硬化材を混ぜたエポキシ樹脂は、信号処理部 11 の首部 21 から所定の樹脂注入パイプ口から、検出部 10 を左右前後に揺すり且つ傾けながら、そして内部の空気を抜きながらゆっくりと注入され、首部 21 の前置増幅部 6 を覆うまで注入される。

【0108】

この構造では、面電極 4A、4B 及びガード電極 5A、5B は所定の機械的強度有し、且つ測定管 1 にコンパクトな形状として固着されているので充填するエポキシ樹脂のみで固定される。

【0109】

また、用途によっては首部 21 の上部に配置される後段の信号処理部 11 まで封入すれば、この部分の絶縁性も確保される。

【0110】

この様にして測定管 1 と金属パイプ 1B 及びアースリング 1A1 及び 1A2 で囲まれた検出部 10 内の空間全てにエポキシ樹脂を注入する。さらに、検出部 10 の首部 21 までエポキシ樹脂で固着する。

【0111】

本発明による第 2 の実施の形態によれば、検出電極から差動増幅部 6 までを最短距離でコンパクトに布設し、高インピーダンス部をエポキシ樹脂によって固定したので、この検出電極と差動増幅部 6 を接続する信号ケーブル 10A、10B が振動することによって生じる電磁誘導ノイズ、摩擦ノイズを防止できる。さらに高インピーダンス部を樹脂で固定したので絶縁性の劣化も改善される。

【0112】

また、検出電極 4 A、4 B は測定管 1 に焼結され、ガード電極 5 A、5 B はコンパクトで所定の応力に耐えられる厚みとしてあるのでエポキシ樹脂の硬化時や、被測定流体 2 の温度が変化して熱収縮が起きても破損する恐れがない。さらに、前置増幅部 6 は検出部 10 の首部 21 に配置したので、熱遮蔽可能な構造とでき、被測定流体 2 が高温の場合であっても使用可能である。

【0113】

(第 3 の実施の形態)

第 3 の実施の形態が第 1 の実施の形態と異なる点は、渦電流の発生を抑えるため帰還磁路を形成するコイル固定板 9 A、9 B と円柱ヨーク 7 1 の磁束の中心軸平面と交差する管軸方向の両端部を所定の形状で切り欠き、励磁電流の立ち上がりを速くして検出信号に含まれるの微分ノイズ成分を低減し、流体ノイズが所定の範囲以下になる 200 Hz 以上の高い励磁周波数の範囲を設定できるようにした点にある。

【0114】

また、コイル固定板 9 A、9 B と円柱ヨーク 7 1 の切り欠きによる静電結合を断つため、ガード電極 5 A、5 B の管軸方向の静電シールド効果を強化するガード電極 5 A、5 B に耳部を設け、隙間が小さい形状としたことにある。

【0115】

さらに、面電極 4 A、4 B とガード電極 5 A、5 B の表面にシリコン樹脂を塗布した後、エポキシ樹脂を充填して固めることによって、エポキシ樹脂が熱収縮することによって生じる応力を塗布材によって吸収し、面電極 4 A、4 B 及びガード電極 5 A、5 B とエポキシ樹脂の間に亀裂が生じる可能性を防止したことにある。

【0116】

以下、本発明の第 3 の実施の形態の容量式電磁流量計について、図 1 乃至図 3 に示す第 1 の実施の形態の各部と同一の部分は同一符号で示し、その説明を省略する。

【0117】

図 1 4 は渦電流を低減するため、帰還磁路を形成する円柱ヨーク 7 1 と一方のコイル固定板 9 A 端部を切り欠いた状態を説明するもので、図 1 4 (a) は磁束の中心軸（以後 y 軸と呼ぶ）方向の側面上部から見た斜視図である。

【0118】

同図において、一方の励磁コイル 3 A は、同図 (b) に示すコイル固定板 9 A によって円柱ヨーク 7 1 に図示しないネジ等によって固定されている。そして励磁コイル 3 A に接するコイル固定板 9 A、及び円柱ヨーク 7 1 の端部の一部分を測定管 1 の管軸（以後 z 軸と呼ぶ）方向に沿って詳細を後述する所定の形状に切り欠く。他方のコイル固定板 9 B、円柱ヨーク 7 1 についても、対称位置で同様の切り欠き形状とする。

【0119】

図 1 5 (b) には、磁極 7 を図示していないが、励磁コイル 3 A、3 B と磁極 7 から構成される励磁手段は、所定の励磁磁束強度を与えられれば良く、励磁コイル 3 A、3 B のみで構成してもよい。

【0120】

次に、この切り欠き形状の設定方法について図 1 5 を参照して説明する。図 1 5 (a) は切り欠き部分の面積と渦電流による検出信号に重畳する微分ノイズの低減効果、及び励磁コイル 3 A、3 B の励磁電源と面電極 4 A、4 B 及びガード電極 5 A、5 B との静電結合による電界ノイズ（以後電界ノイズと言う）の増大する関係を定性的に図示したものである。

【0121】

同図に示す様に切り欠き部の面積は、渦電流による微分ノイズの低下と静電誘導による電界ノイズの増大がトレードオフの関係にあるので、双方の影響が所定の許容値以下になる範囲の面積とする。

【0122】

例えば、所定のモデル実験によるとこの切り欠き面積は、同図に示す様に、励磁コイル 3 A が接するコイル固定板 9 A、9 B 及び円柱ヨーク 7 1 の y 軸方向への投影面積の 20% 乃至 30% を切り欠き面積とすれば、所定の許容雑音レベル以下とすることができた。

【0123】

この切り欠き形状は種々変形が可能である。図15(b)はx-z軸平面に投影したコイル固定板9Aと円柱ヨーク71の切り欠きを説明する図である。同図に示す様に、y軸方向の反磁場を形成する渦電流は1対の電極中心を結ぶ軸（以後x軸と呼ぶ）方向を所定の限界寸法 l_x を切り欠くことによって断つことが可能なので、z軸方向の寸法 l_z を大きくとって、電界ノイズを増大させない範囲の最適の切り欠き寸法（ $l_x \times l_z$ ）を調整することが効果的である。

【0124】

渦電流がこのように調整された結果、励磁磁束 ϕ の立ち上がりが早くなるので、流体ノイズの周波数成分と分離し易い励磁周波数を設定することが可能となる。

【0125】

以下このように設定された第3の実施の形態による効果について説明する。図16(a)に示す様に、例えば、励磁周波数を100Hz($T=10\text{msec}$)とし、検出信号eをサンプリングパルスspでサンプリングしていた場合には、信号成分の方が大きく微分ノイズの変動を無視できるが、同図(b)の検出信号eは破線に示す様に、励磁周波数を200Hz($T/2=5\text{msec}$)とすると、サンプリングされる微分ノイズの比率は大きくなり、測定精度に与える影響が大きくなり無視できなくなる。

【0126】

ここで、本実施の形態で説明したように上述した切り欠きによって渦電流を低減すると、励磁磁束 ϕ の立ち上がりが速くなり、励磁周波数が200Hzにおいても同図(b)の検出信号eの実線に示す様に微分ノイズの比率が低下する。

【0127】

その結果、励磁周波数に対して、流体ノイズの低下と微分ノイズの増大がトレードオフの関係にあっても、図17に示す様に両者が所定の雑音レベル以下となる励磁周波数の範囲、即ち200Hz近傍以上の周波数を選択することが可能となる。

【0128】

次に、ガード電極5A(5B)のシールド構造について図18を参照して説明

する。図18 (a)、(b) は夫々測定管1の一方の側面x軸方向から見たガード電極5A部の構造を説明する斜視図及び測定管1のz軸方向から見たガード電極部の断面図である。

【0129】

同図(b)に示す様に、ガード電極5Aの測定管1のz軸方向両端に耳部5Aaを設け、エポキシ樹脂を充填するに必要な空間を確保して極力隙間の少ない形状としておく。

【0130】

第3の実施の形態では、帰還磁路を構成するコイル固定板9A、9B及び円柱ヨーク1の両端部を切り欠いたため、励磁コイル3A、3Bとガード電極5A部の静電容量結合による電界ノイズが増す恐れがあるが、ガード電極部5A、5Bの両端に耳部を設けてシールドすることによって、静電結合を小さくすることができる。

【0131】

また、同図(c)に示す様に、面電極4A(4B)及びガード電極5A(5B)の表面には、エポキシ樹脂を充填する前に予めシリコン樹脂やクロロプレンゴム等の軟質ゴムを、面電極4A(4B)とガード電極5A(5B)及び信号ケーブルのリード線間の高インピーダンス部分において、この軟質ゴムによって絶縁が低下しない様に所定の距離を確保して、その他の部分を塗布しておく。そして、この軟質ゴムが乾燥した後、高絶縁性を有するエポキシ樹脂を充填する。

【0132】

このように面電極4A、4B及びガード電極5A、5Bの表面にシリコン樹脂等を塗布することによって、エポキシ樹脂の熱収縮時及びエポキシ樹脂と面電極4A、4B及びガード電極5A、5B間の熱伸縮の相違によって生じる応力を、この塗布されたシリコン樹脂によって吸収することが可能となるので、亀裂や剥がれを防止できる。

【0133】

本発明は、以上の構成に限定されるものではなく、種々の変形が可能である。

【0134】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、励磁磁路の構造をシンプルにして、励磁磁束の立ち上がりを速くし、流体ノイズの影響を低減できる励磁周波数とした。また、1対の面電極及びガード電極から差動増幅される流量信号を高いS/N比で検出できるように、1対の面電極及びガード電極及び差動増幅される検出回路に対して、対称な形状構造とし、電氣的にも同相雑音除去比率の高いシールド構造とした。

【0135】

そして、この検出部内に絶縁物を充填して、熱伸縮に対する応力に対しても耐えられる強度を有した構造としたので、誘導ノイズや振動による摩擦ノイズの影響を受けぬくい信頼性の高い容量式電磁流量計を提供することが出来る。

【0136】

また、面電極とガード電極の静電容量を面電極と被測定流体間の静電容量よりも小さくし、誘導ノイズや増幅器ノイズの増幅ゲインを押さえたので高精度で安定した容量式電磁流量計を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明による実施の形態を示す構成図。

【図2】 本発明による第1の実施の形態の検出部の側面図。

【図3】 本発明による第1の実施の形態の検出部の断面図。

【図4】 本発明の原理の説明図。

【図5】 本発明の原理の説明図。

【図6】 本発明による第1の実施の形態の励磁回路の特性の説明図。

【図7】 本発明による第1の実施の形態の励磁回路の作用説明図。

【図8】 流体ノイズ説明図。

【図9】 本発明による第1の実施の形態の面電極とガード電極間の検出回路のモデル説明図。

【図10】 本発明による第1の実施の形態の面電極の形状の説明図。

【図11】 本発明による第2の実施の形態の検出部側面図

【図12】 本発明による第2の実施の形態の検出部断面図

- 【図 13】 本発明による面電極及びガード電極部の構造図。
- 【図 14】 本発明による第 3 の実施の形態の帰還磁路の構造を説明する図。
- 【図 15】 本発明による第 3 の実施の形態の帰還磁路の設定方法の説明図。
- 【図 16】 本発明による第 3 の実施の形態の作用効果の説明図。
- 【図 17】 本発明による第 3 の実施の形態の励磁周波数の設定の説明図。
- 【図 18】 面電極及びガード電極部の構造図。
- 【図 19】 従来技術を示す構成図。
- 【図 20】 従来技術の動作を示す説明図。
- 【図 21】 従来技術の作用を示す説明図。

【符号の説明】

- 1 測定管
 - 1A1、1A2 アースリング
 - 1B 金属パイプ
- 2 被測定流体
 - 3A、3B 励磁コイル
 - 4A、4B 面電極
 - 5A、5B ガード電極
- 6 前置増幅部
 - 6A、6B 増幅器
 - 6C 差動増幅器
- 7 磁極
 - 71 円柱ヨーク
 - 7A、7B ダンピング箔
- 8 励磁回路
 - 8A 矩形波発振器
 - 8B 特性補正フィルタ
 - 8C 電流制御アンプ
- 9A、9B コイル固定板
- 10 検出部

1 0 A、1 0 B 信号ケーブル

1 1 信号処理部

1 1 A A D C 回路

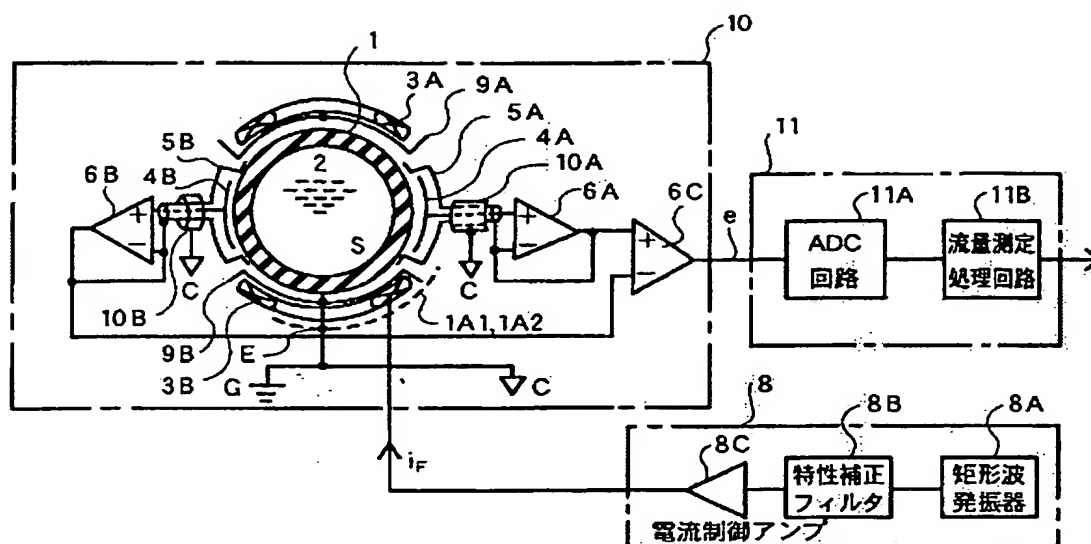
1 1 B 流量測定処理部

2 1 首部

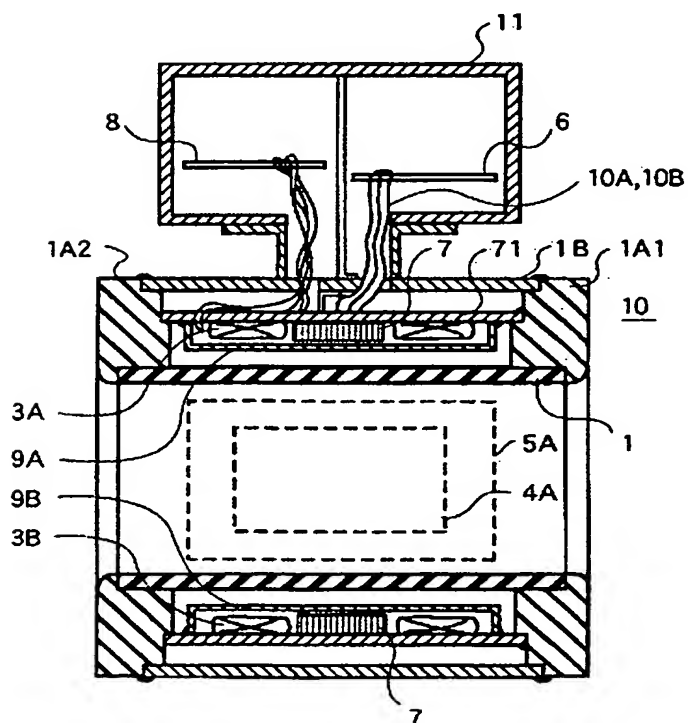
7 1 a、7 2 b、7 2 c、7 1 d 孔

【書類名】 凶面

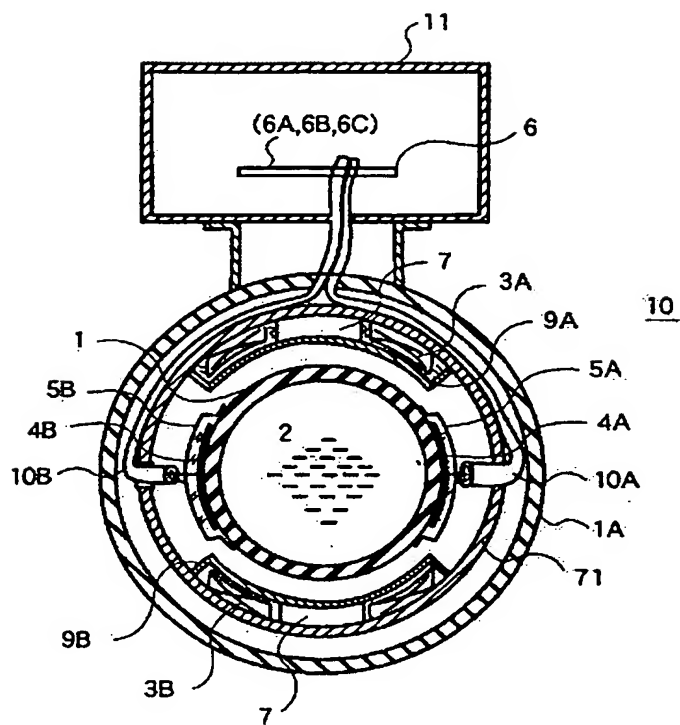
【図 1】



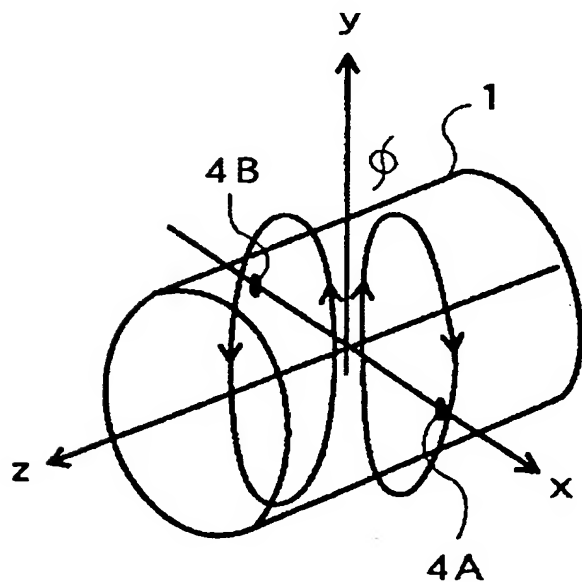
【図 2】



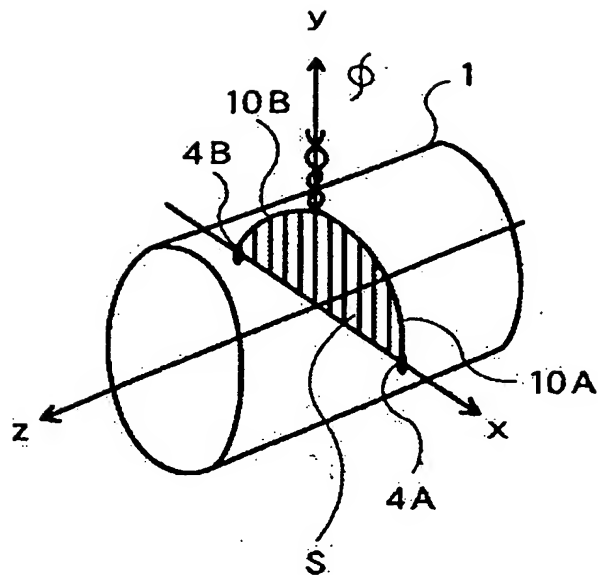
【図 3】



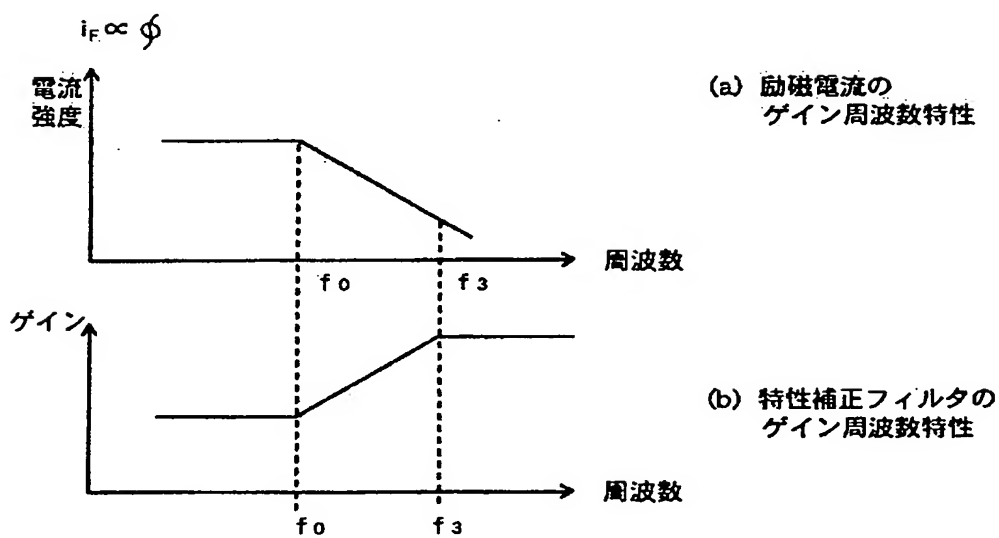
【図 4】



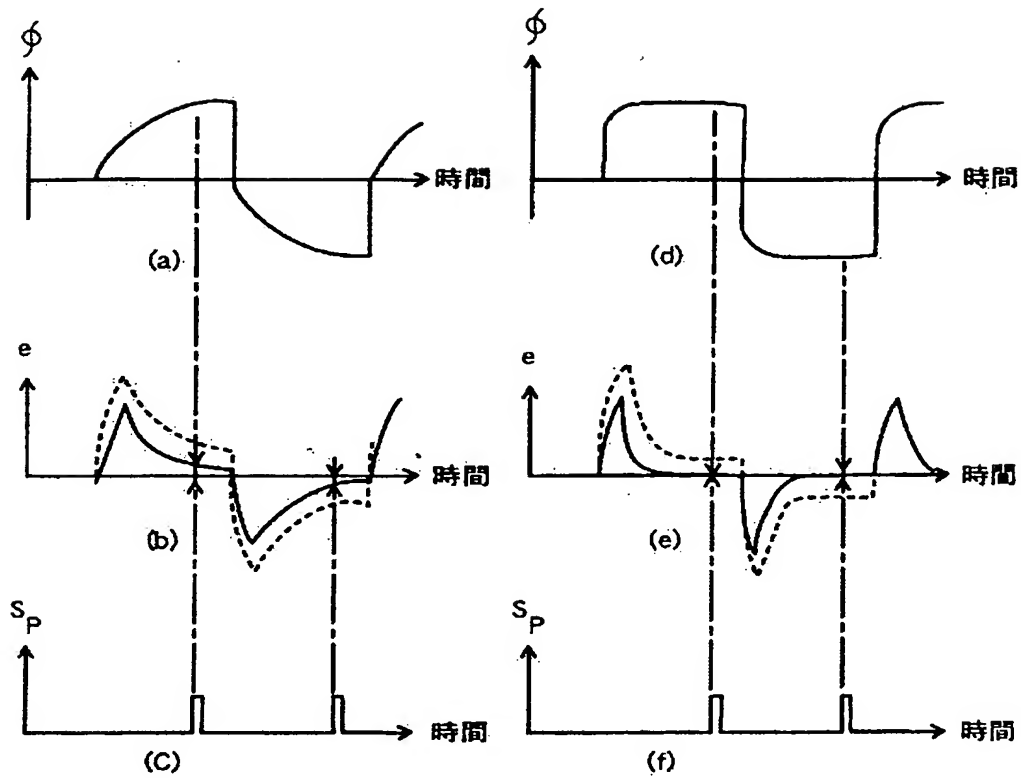
【図 5】



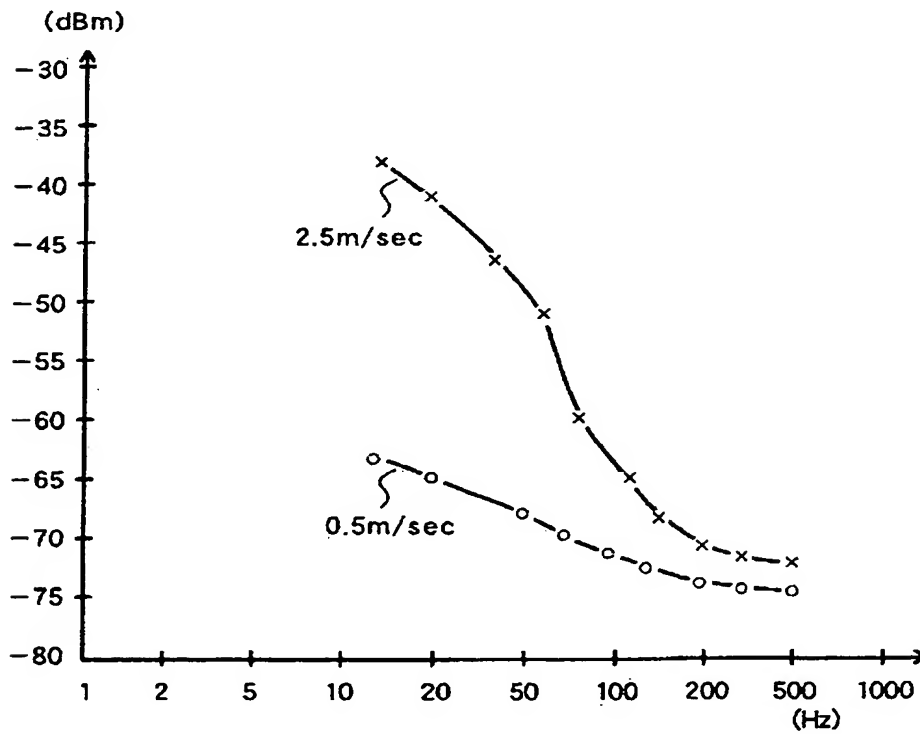
【図 6】



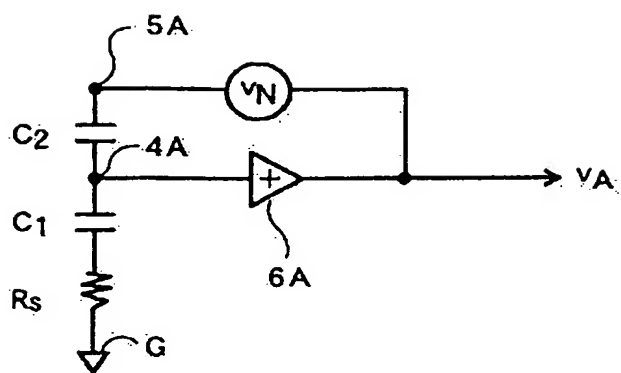
【図 7】



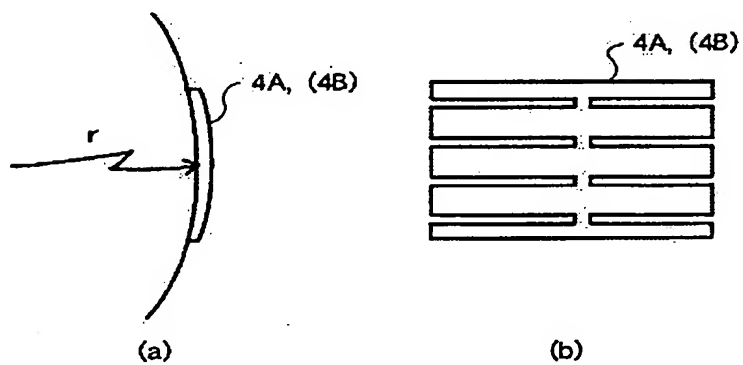
【図 8】



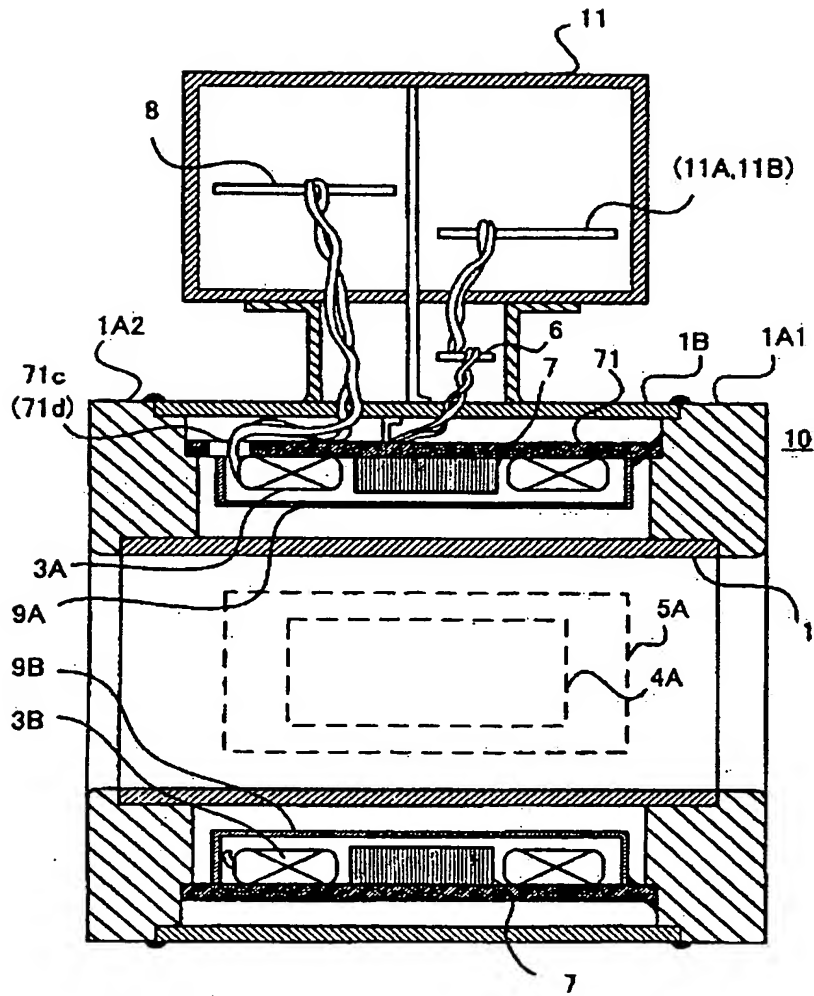
【図 9】



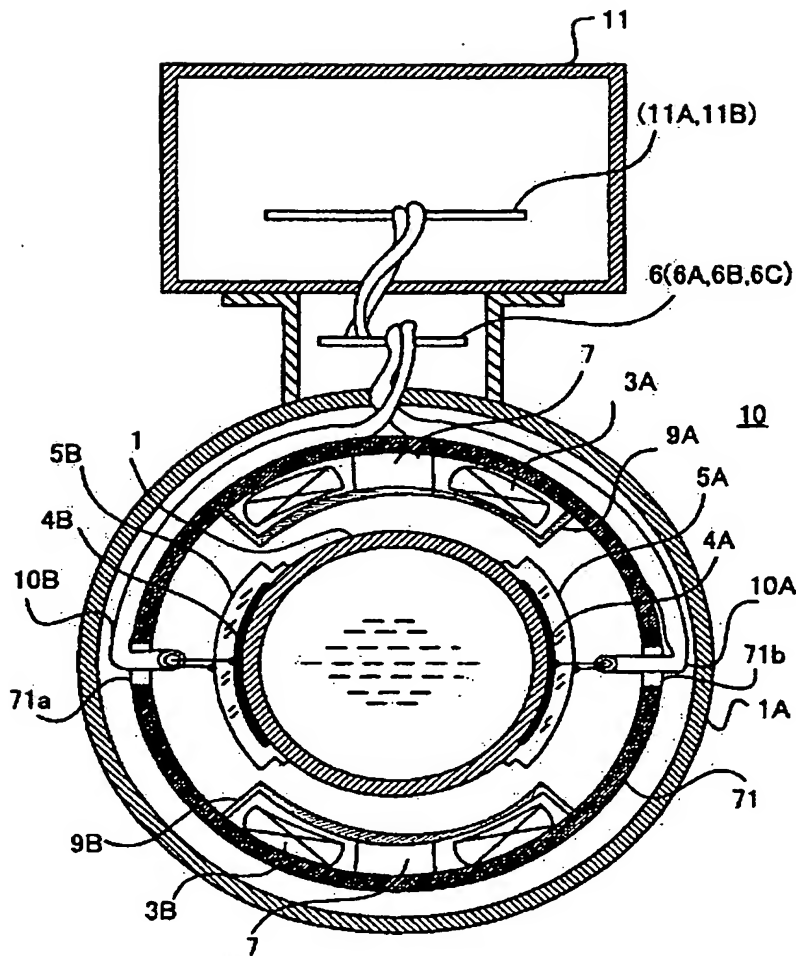
【図 10】



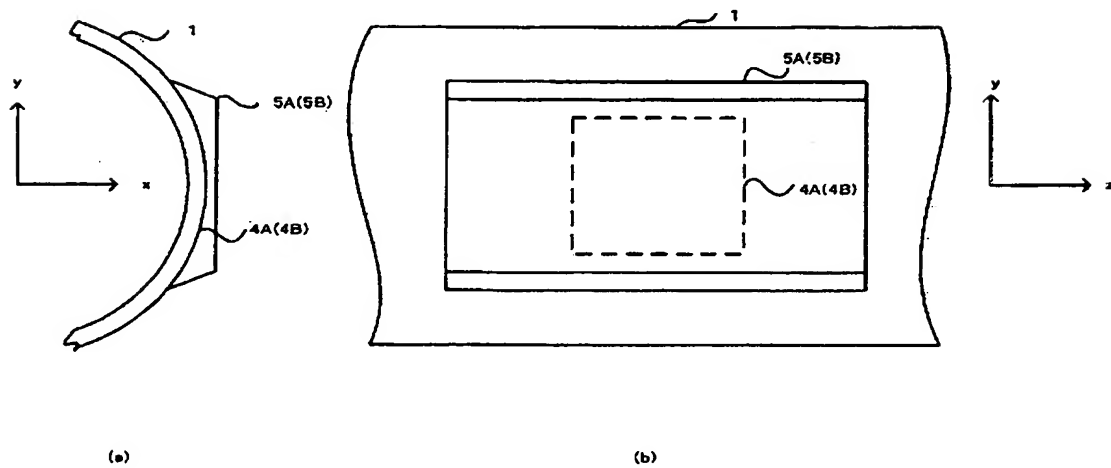
【図 11】



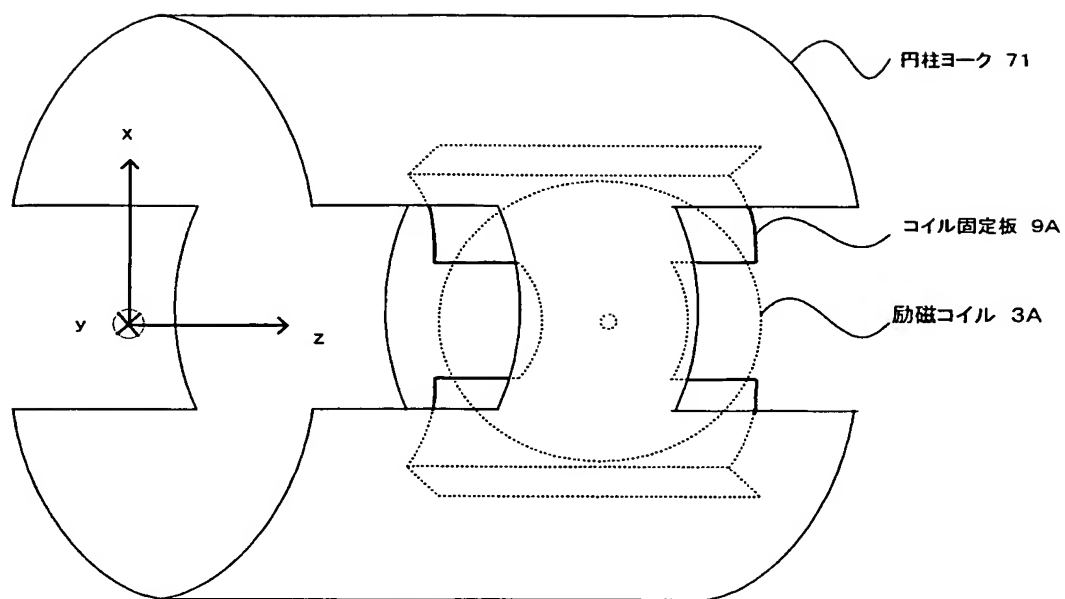
【図 12】



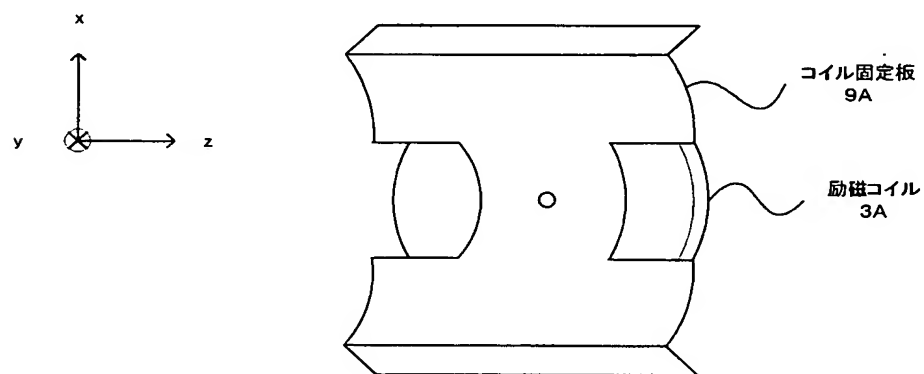
【図 13】



【図 14】

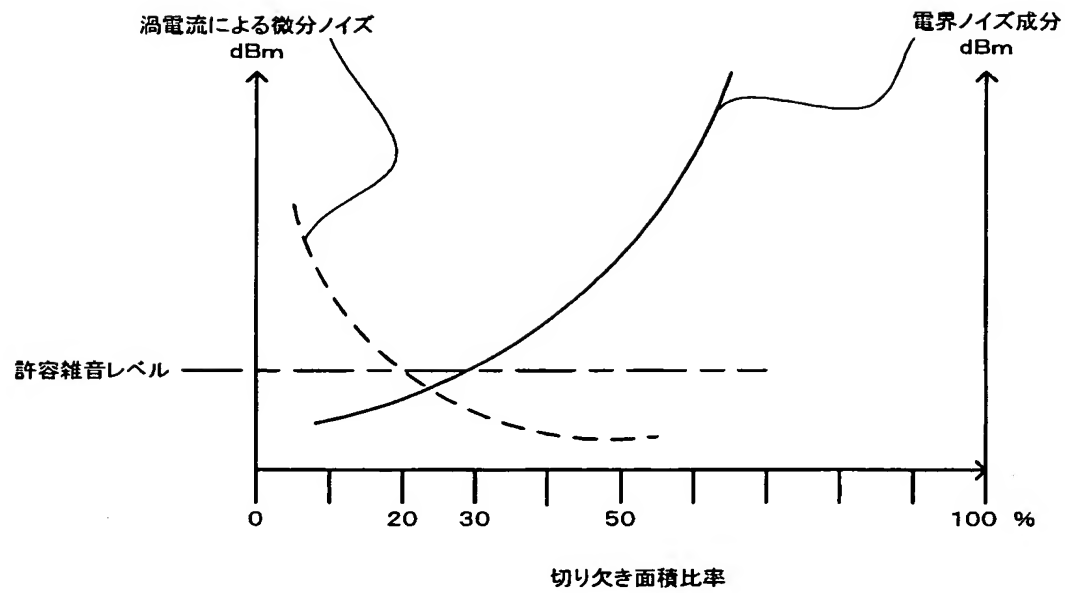


(a)

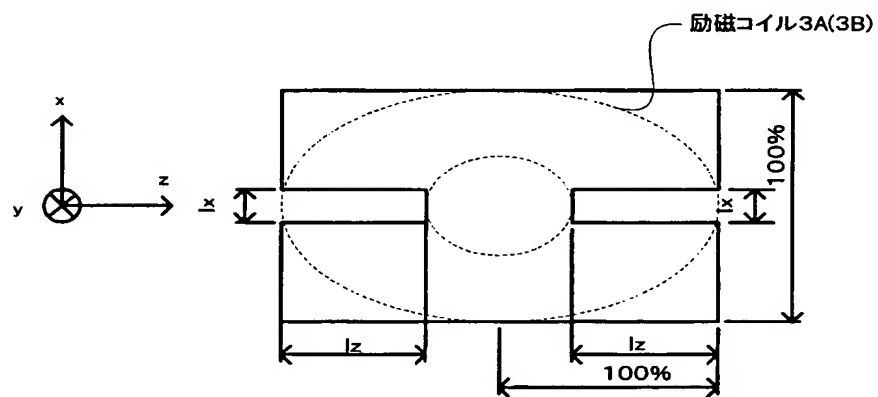


(b)

【図 15】

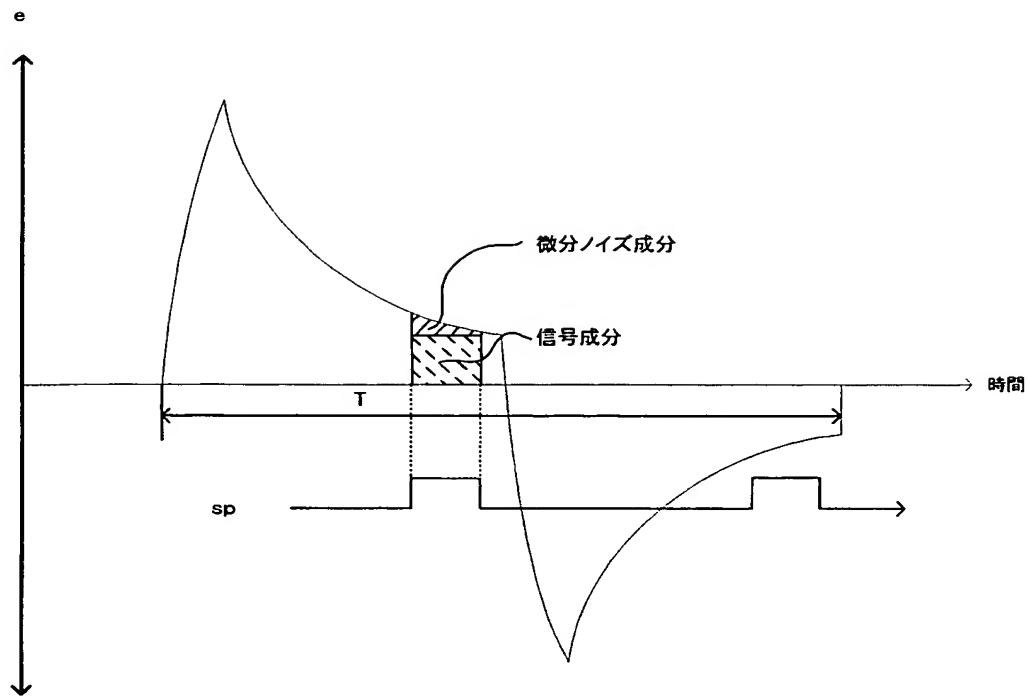


(a)

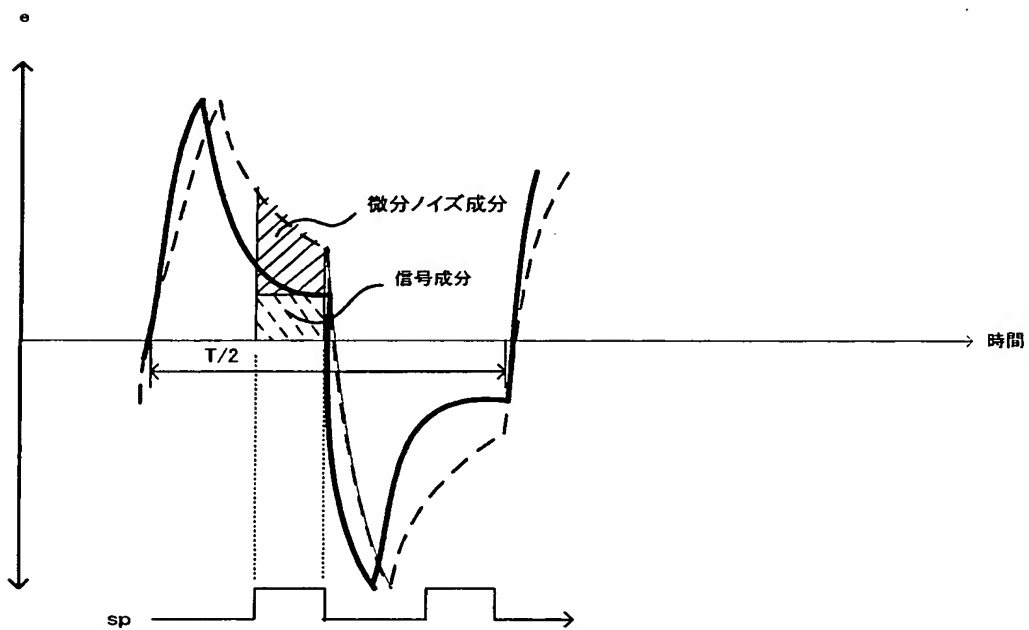


(b)

【図 16】

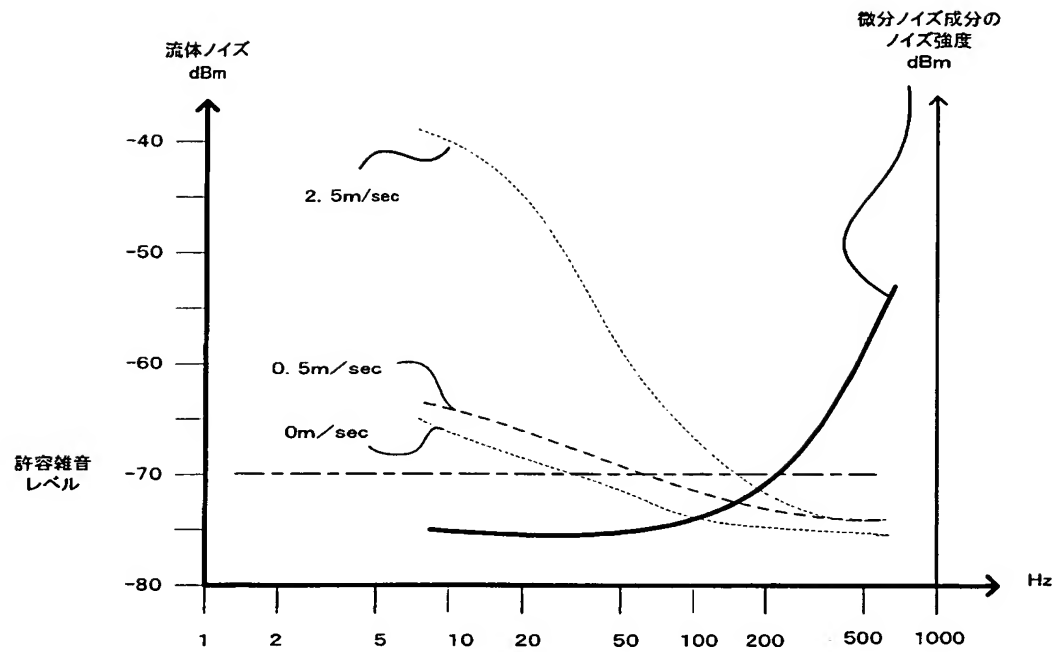


(a)

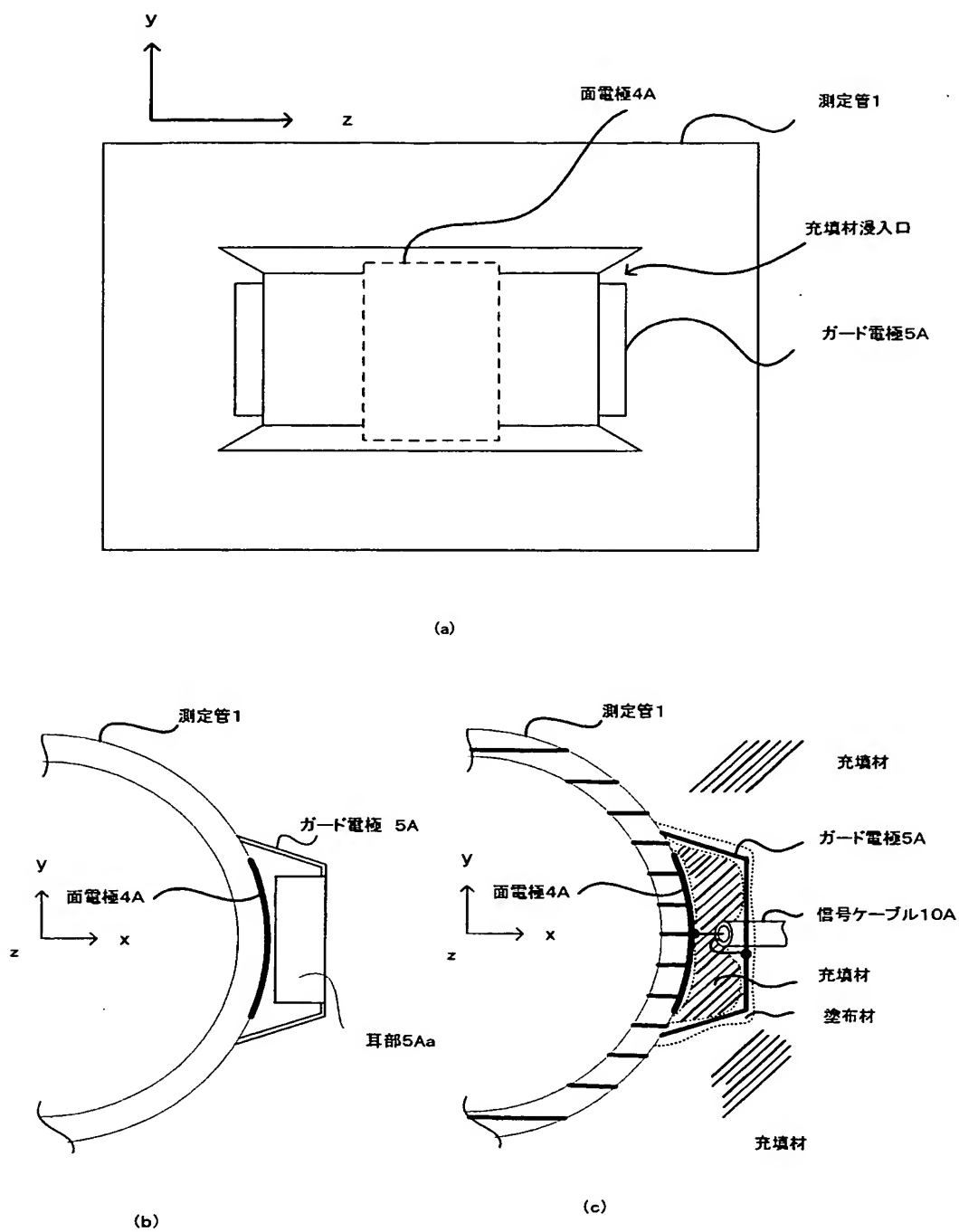


(b)

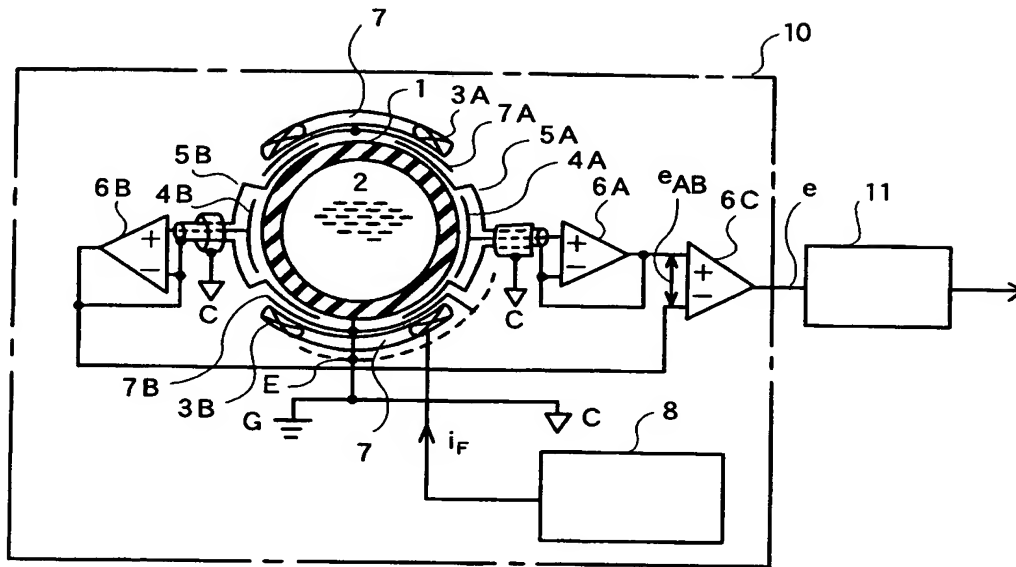
【図 17】



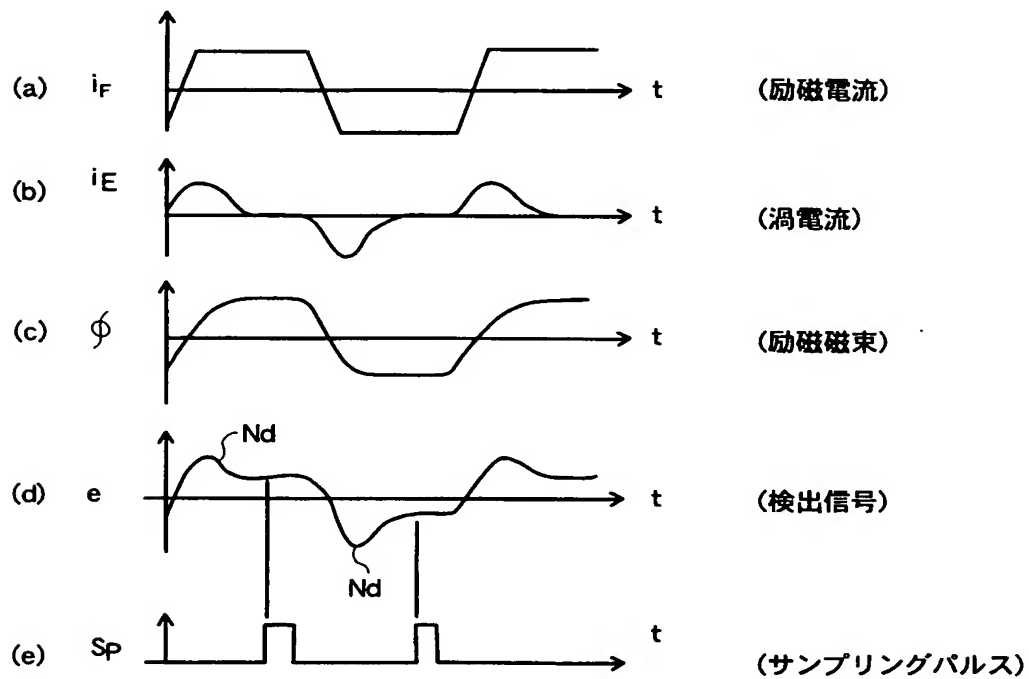
【図 18】



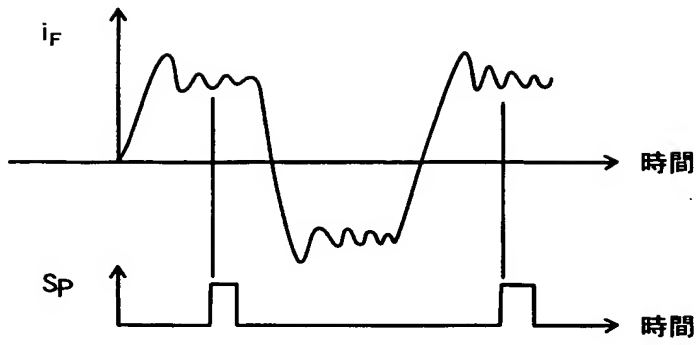
【図 19】



【図 20】



【図 2 1】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 本発明は、励磁磁路に生じる渦電流を極力削減して、耐振性、耐湿性に優れた高信頼の容量式電磁流量計を提供することを目的とする。

【解決手段】 商用周波数以上で励磁し、励磁磁束波形が平坦部を持つ様に励磁電流のゲイン周波数特性を補正する特性補正フィルタ 8Bを備え、検出部 10は、面電極 4A、4Bとガード電極 5A、5Bの間の静電容量値を検出面電極 4A、4Bと被測定流体 2間の静電容量値よりも小さくし、励磁コイル 3A、3Bをコイル固定板 9A、9Bで静電遮蔽して円柱ヨークに固定し、この円柱ヨークと測定管 1の両端部を管軸及び電極軸に対して対称にしてアースリング 1A1、1A2で固定し、さらに、検出部 10内部全てをエポキシ樹脂で充填して固着したことを特徴とする容量式電磁流量計。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 1 6 9 7 0 5
受付番号	5 0 3 0 0 9 9 6 5 2 9
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0 0 9 0
作成日	平成 1 5 年 6 月 1 8 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成15年 6月13日
【特許出願人】	
【識別番号】	000003078
【住所又は居所】	東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号
【氏名又は名称】	株式会社東芝
【代理人】	申請人
【識別番号】	100083161
【住所又は居所】	東京都港区芝浦 1 丁目 1 番 1 号 株式会社東芝本社事務所内
【氏名又は名称】	外川 英明

次頁無

特願 2 0 0 3 - 1 6 9 7 0 5

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 3 0 7 8]

1. 変更年月日

2 0 0 1 年 7 月 2 日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号

氏 名

株式会社東芝